

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Naoshi MATSUO

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: August 27, 2003

Examiner:

For: ECHO CANCELING SYSTEM AND ECHO CANCELING METHOD

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-249548

Filed: August 28, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: August 27, 2003

By: 

H. J. Staas
Registration No. 22,010

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-249548

[ST.10/C]:

[JP 2002-249548]

出 願 人

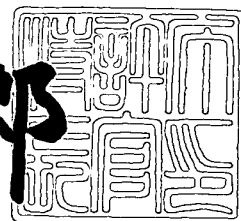
Applicant(s):

富士通株式会社

2003年 1月24日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3001135

【書類名】 特許願

【整理番号】 0295399

【提出日】 平成14年 8月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04R 1/320

【発明の名称】 エコー抑制システム及び方法警告 1

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 松尾 直司

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000040

【氏名又は名称】 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ

【代表者】 池内 寛幸

【電話番号】 06-6135-6051

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 139757

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0115801

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エコー抑制システム及び方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 全二重通話システムに備えられるエコー抑制システムであって

参照信号とエコー信号に基づいて、一又は複数のエコー経路のエコー到達時間を検出する到達時間検出部と、

検出された前記到達時間の個数分の疑似エコー信号を計算する疑似エコー計算フィルタと、

計算された前記疑似エコー信号を重ね合わせて全体の疑似エコー信号を求める加算器と、

全体の前記疑似エコー信号を前記エコー信号から減算する減算器とを含むことを特徴とするエコー抑制システム。

【請求項 2】 前記到達時間検出部において、

前記参照信号と前記エコー信号との相関係数を算出し、前記相関係数が所定のしきい値よりも大きい場合に相当する時間差を前記到達時間として検出する請求項 1 に記載のエコー抑制システム。

【請求項 3】 全二重通話システムに備えられるエコー抑制システムであって

参照信号とエコー信号に基づいて、所定の窓長分の高速フーリエ変換に代表される直交変換処理を行い、それぞれの振幅スペクトルと位相スペクトルを求める窓掛・直交変換処理部と、

前記参照信号の振幅スペクトルと前記エコー信号の振幅スペクトルに基づいて、一又は複数のエコー到達時間を検出する到達時間検出部と、

検出された前記到達時間の個数分の疑似エコー信号の振幅スペクトルを計算する疑似エコー計算フィルタと、

計算された前記疑似エコー信号の振幅スペクトルを重ね合わせて全体の疑似エコー信号の振幅スペクトルを求める加算器と、

全体の前記疑似エコー信号の振幅スペクトルを前記エコー信号の振幅スペクトル

ルから減算してエコー抑制信号の振幅スペクトルを求める減算器と、

前記エコー抑制信号の振幅スペクトルと、前記エコー信号の位相スペクトルに基づいて逆直交変換処理を行い、その後オーバーラップ処理を行うことでエコー抑制信号を求める逆直交変換・オーバーラップ処理部を含むことを特徴とするエコー抑制システム。

【請求項 4】 前記到達時間検出部において、

前記参照信号の振幅スペクトルと前記エコー信号の振幅スペクトルとの相関係数を算出し、前記相関係数が所定のしきい値よりも大きい場合に相当するサンプル数を前記到達時間として検出する請求項 3 に記載のエコー抑制システム。

【請求項 5】 全二重通話システムに適用されるエコー抑制方法であって、

参照信号とエコー信号に基づいて、一又は複数のエコー経路のエコー到達時間を検出する工程と、

検出された前記到達時間の個数分の疑似エコー信号を計算する工程と、

計算された前記疑似エコー信号を重ね合わせて全体の疑似エコー信号を求める工程と、

全体の前記疑似エコー信号を前記エコー信号から減算する工程とを含むことを特徴とするエコー抑制方法。

【請求項 6】 全二重通話システムに適用されるエコー抑制方法であって、

参照信号とエコー信号に基づいて、所定の窓長分の高速フーリエ変換に代表される直交変換処理を行い、それぞれの振幅スペクトルと位相スペクトルを求める工程と、

前記参照信号の振幅スペクトルと前記エコー信号の振幅スペクトルに基づいて、一又は複数のエコー経路のエコー到達時間を検出する工程と、

検出された前記到達時間の個数分の疑似エコー信号の振幅スペクトルを計算する工程と、

計算された前記疑似エコー信号の振幅スペクトルを重ね合わせて全体の疑似エコー信号の振幅スペクトルを求める工程と、

全体の前記疑似エコー信号の振幅スペクトルを前記エコー信号の振幅スペクトルから減算してエコー抑制信号の振幅スペクトルを求める工程と、

前記エコー抑制信号の振幅スペクトルと、前記エコー信号の位相スペクトルに基づいて逆直交変換処理を行い、その後オーバーラップ処理を行うことでエコー抑制信号を求める工程とを含むことを特徴とするエコー抑制方法。

【請求項 7】 全二重通話システムに適用されるエコー抑制方法を具現化するコンピュータ実行可能なプログラムであって、

参照信号とエコー信号に基づいて、一又は複数のエコー経路のエコー到達時間を検出するステップと、

検出された前記到達時間の個数分の疑似エコー信号を計算するステップと、

計算された前記疑似エコー信号を重ね合わせて全体の疑似エコー信号を求めるステップと、

全体の前記疑似エコー信号を前記エコー信号から減算するステップとを含むことを特徴とするコンピュータ実行可能なプログラム。

【請求項 8】 全二重通話システムに適用されるエコー抑制方法を具現化するコンピュータ実行可能なプログラムであって、

参照信号とエコー信号に基づいて、所定の窓長分の高速フーリエ変換に代表される直交変換処理を行い、それぞれの振幅スペクトルと位相スペクトルを求めるステップと、

前記参照信号の振幅スペクトルと前記エコー信号の振幅スペクトルに基づいて、一又は複数のエコー経路のエコー到達時間を検出するステップと、

検出された前記到達時間の個数分の疑似エコー信号の振幅スペクトルを計算するステップと、

計算された前記疑似エコー信号の振幅スペクトルを重ね合わせて全体の疑似エコー信号の振幅スペクトルを求めるステップと、

全体の前記疑似エコー信号の振幅スペクトルを前記エコー信号の振幅スペクトルから減算してエコー抑制信号の振幅スペクトルを求めるステップと、

前記エコー抑制信号の振幅スペクトルと、前記エコー信号の位相スペクトルに基づいて逆直交変換処理を行い、その後オーバーラップ処理を行うことでエコー抑制信号を求めるステップとを含むことを特徴とするコンピュータ実行可能なプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、全二重通信を行う通信システムや自動音声対話システムに適用されるエコー抑制システム及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

インターネットの普及に伴い、インターネットを利用した様々なサービスが提供されるようになり、V o I P (Voice Over IP) 等の技術を用いた、いわゆるコンピュータテレフォニーシステムも各種のアプリケーションに適用されつつある。以下、従来のV o I P技術を適用した全二重通話システムについて説明する。

【0003】

図1は全二重通話システムを模式的に示した図である。図1において、10と20が通話者を示しており、10が話者となり、話者10が発した話者音声に通話相手20側に伝わる場合を例に説明する。図1において、11及び21はマイクロフォンを、12及び22はスピーカを、13及び23がV o I Pアプリケーションを、14及び24は端末装置を、30はインターネットを、それぞれ示している。なお、通信インタフェースやその他のデバイス等は説明の便宜上省略している。

【0004】

まず、話者10がマイクロフォン11に向かって音声入力を行うと、V o I Pアプリケーション13が当該音声を受け付け、サンプリング処理等の必要な処理を行ってから、端末装置14からパケットデータとしてインターネット30に送信される。各パケットデータはインターネット上でのルーティング結果に従って所定の端末装置24に到達し、当該端末装置24上でパケットデータが順に組み立てられ、V o I Pアプリケーション23において必要な処理が行われた後、スピーカ22から音声信号として出力されることになる。

【0005】

ここで、スピーカ 22 から出力された音声は、通話相手 20 に届くとともに、回り込みが生じることからマイクロフォン 21 に音声として再入力されてしまう場合がある。この場合、マイクロフォン 21 から再入力された音声は、端末装置 24 における V o I P アプリケーション 23、インターネット 30、端末装置 14 における V o I P アプリケーション 13 を介して、スピーカ 12 からエコーを含む音声として出力されることとなり、一種のループが形成され、結果としてエコーが生じることになる。

【0006】

このエコーを生じるループを形成する経路（エコー経路）には、伝送遅延が生じている。すなわち、話者 10 は、自らマイクロフォン 11 に入力した自分の声を、少し遅れてスピーカ 12 から聞くこととなる。したがって、話者 10 にとってはとても話しづらく、相手の音声も聞きづらいものになってしまう。

【0007】

また、エコーのレベルが非常に大きく、エコーが減衰せずに発散する場合等においては、いわゆるハウリングと呼ばれる現象が生じ、通話自体を行うことが困難となる状態になってしまう。

【0008】

かかる問題点を解消するために、通常はエコーキャンセラを用いることが多い。図 2 は、エコーキャンセラの例を用いたエコー抑制システムを模式的に示した図である。図 2 において、話者 10 側の端末装置 14 は、エコーキャンセラ 15 を有している。エコーキャンセラ 15 は、スピーカ 12 を介して出力される信号を入力として取り込み、当該取り込んだ信号分からマイクロフォン 11 からの入力信号分を減ずることにより、マイクロフォン 21 に回り込んで再入力された音声信号を打ち消す構成となっている。

【0009】

エコーキャンセラ 15 は、音響特性検出部 151、調整部 152、エコー抑制処理部 153 を備えている。入力信号は、話者 10 の音声信号とエコー経路を介して返ってきた応答信号であり、出力信号は、スピーカ 12 に対する出力音声信号である。

【0010】

音響特性検出部 1 5 1 は、話者側から見たエコー経路の音響特性情報を検出する部分である。具体的には、話者音声信号とエコー経路を介して返ってきた応答信号からエコー経路の音響特性情報を検出することになる。例えば、話者音声信号に演算処理を施した信号と応答信号との差分が「0（ゼロ）」となるように調整し、エコー経路の音響特性情報を求める。

【0011】

調整部 1 5 2 は、話者によるエコー抑制のためのチューニングを受け付け、チューニング信号を生成する部分である。

【0012】

エコー抑制処理部 1 5 3 は、音響特性検出部 1 5 1 により検出された音響特性情報に基づいて話者音声信号からエコー抑制信号を生成し、通話相手側システムから返ってきた音声信号からエコー抑制信号分を減算してエコーを抑制するものである。

【0013】

図 3 は、エコーキャンセラ 1 5 を中心とした具体的なモジュール構成の一例を示した図である。3 1 が F I R フィルタ (finite impulse response filter) 等で構成する音響特性フィルタを、3 2 が係数更新器を、3 3 及び 3 4 が減算器を、それぞれ示している。なお、3 5 はゲイン調整器を示している。

【0014】

ここで、図 2 に示すエコーキャンセラ 1 5 の各部と、図 3 に示す具体的なモジュールとの関係は以下になる。

【0015】

図 2 における音響特性検出部 1 5 1 は、図 3 における音響特性フィルタ 3 1 と係数更新器 3 2 と減算器 3 3 に相当する。音響特性検出部 1 5 1 は、話者側から見たエコー経路の音響特性情報を検出する部分であり、参照信号となる話者音声信号（図 3 における信号 a）とエコー経路を介して返ってきたエコー信号（図 3 における信号 b）からエコー経路の音響特性情報を検出する。例えば、後述するように、話者音声信号に音響特性フィルタ 3 1 の演算処理を施した信号（図 3 に

おける信号 f) とエコー信号 (図 3 における信号 b) との差分信号 (図 3 における信号 d) を減算器 33 により求め、当該差分信号 d のパワーが '0' となるように係数更新器 32 により調整する。この結果、音響特性フィルタ 31 の係数は、エコー経路の音響特性情報に相当する演算の係数となる。

【0016】

図 2 における調整部 152 は、図 3 におけるゲイン調整器 35 に相当する。話者自身によるチューニングが可能となるように外部入力手段を有するものであり、ゲイン調整器 35 のゲイン量を話者自身が調整することができる。ゲイン係数 g は例えば、0.0 ~ 1.0 の間で調整できるものとする。ゲイン係数 g を 0.0 とすれば、エコー抑制処理を施さないことになる。したがって、話者自身によるゲイン量の調整によって、エコー抑制処理部によるエコー抑制処理の実行と停止を選択できることになる。

【0017】

図 2 におけるエコー抑制処理部 153 は、図 3 における音響特性フィルタ 31 とゲイン調整器 35 と減算器 34 に相当する。エコー抑制信号の生成にあたり、取り込んだ参照信号である話者音声信号 (図 3 における信号 a) に対して音響特性検出部 151 として係数が調整されている音響特性フィルタ 31 により音響特性情報を反映した演算処理を施し (図 3 における信号 f)、さらにゲイン調整器 35 により話者自身によるチューニングを施してエコー抑制信号 (図 3 における信号 $c = g \cdot f$) を生成し、減算器 34 において通話相手側システムから返ってきたエコー信号 (図 3 における信号 b) からエコー抑制信号分 (図 3 における信号 c) を減算してエコーを抑制した信号 (図 3 における信号 e) を生成してスピーカ 12 に出力する。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、一般の全二重通信システムにおいて、エコー経路が単独で存在することは少なく、むしろ複数のエコー経路が存在するのが通常である。すなわち、図 4 に示すように、IP 網と電話網とを接続した単純な例について考えてみても、端末 B までのエコー経路 3 以外に、IP 網と電話網とを接続する中継局 1

までのエコー経路 1、2 つ目の I P 網と電話網とを接続する P B X 2 までのエコー経路 2 を想定することができ、複数のエコー経路の存在を想定することができる。

【 0 0 1 9 】

このような場合、エコーキャンセラ 1 5 によりエコー経路 1 に対応したフィルタ係数を更新したとしても、他のエコー経路に対してはエコー抑制効果は期待できないという問題点があった。

【 0 0 2 0 】

すなわち、エコー経路 1 よりもエコー経路 2 及び 3 の方がエコー到達時間が長くなってしまうことから、フィルタにおける次数、すなわちエコー制御を行うことができるサンプル数を超えてしまい、従来のエコーキャンセラでは F I R フィルタの出力信号である疑似エコー信号 c_i として、適当な信号を出力することができなくなってしまうからである。

【 0 0 2 1 】

また、壁や天井の音反射の条件が変化する場合、あるいはマイクの位置やスピーカの位置が変化する等の環境要素の変動によって、エコーの到達時間そのものにゆらぎが生じる場合も想定できる。かかる場合においても、従来のエコーキャンセラにおける疑似エコー信号 c_i では、エコー抑制効果が減少してしまうという問題点が残されていた。

【 0 0 2 2 】

本発明は、上述したような問題点を解決するために、エコー経路が複数の場合にも対応でき、かつエコー到達時間の変動にも対応可能なエコー抑制システム及び方法を提供することを目的とする。

【 0 0 2 3 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明にかかるエコー抑制システムは、全二重通話システムに備えられるエコー抑制システムであって、参照信号とエコー信号に基づいて、一又は複数のエコー経路のエコー到達時間を検出する到達時間検出部と、検出された到達時間の個数分の疑似エコー信号を計算する疑似エコー計算フィ

ルタと、計算された疑似エコー信号を重ね合わせて全体の疑似エコー信号を求める加算器と、全体の疑似エコー信号をエコー信号から減算する減算器とを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

かかる構成により、エコー経路ごとのエコー到達時間を検出し、当該エコー到達時間に応じた疑似エコー信号を生成することによって、異なるエコー経路が複数存在する場合であっても、おのおののエコー信号に対してエコー抑制を効果的に行うことが可能となる。

【 0 0 2 5 】

また、本発明にかかるエコー抑制システムは、到達時間検出部において、参照信号と前記エコー信号との相関係数を算出し、相関係数が所定のしきい値よりも大きい場合に相当する時間差を到達時間として検出することが好ましい。相関度が高いということは、当該時間差だけ遅れた回り込み入力である可能性が高いからである。

【 0 0 2 6 】

次に、上記目的を達成するために本発明にかかるエコー抑制システムは、全二重通話システムに備えられるエコー抑制システムであって、参照信号とエコー信号に基づいて、所定の窓長分のFFT（高速フーリエ変換）処理等の直交変換処理を行い、それぞれの振幅スペクトルと位相スペクトルを求める窓掛・直交変換処理部と、参照信号の振幅スペクトルとエコー信号の振幅スペクトルに基づいて、一又は複数のエコー経路のエコー到達時間を検出する到達時間検出部と、検出された到達時間の個数分の疑似エコー信号の振幅スペクトルを計算する疑似エコー計算フィルタと、計算された疑似エコー信号の振幅スペクトルを重ね合わせて全体の疑似エコー信号の振幅スペクトルを求める加算器と、全体の疑似エコー信号の振幅スペクトルをエコー信号の振幅スペクトルから減算してエコー抑制信号の振幅スペクトルを求める減算器と、エコー抑制信号の振幅スペクトルと、エコー信号の位相スペクトルに基づいて逆直交変換処理を行い、その後オーバーラップ処理を行うことでエコー抑制信号を求める逆直交変換・オーバーラップ処理部を含むことを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

かかる構成により、到達時間の変動の影響が小さい振幅スペクトルのみを用いてエコー抑制処理を行うことにより、環境条件の変動等によりエコー到達時間が変動する場合であっても、効果的にエコー抑制を行うことが可能となる。

【 0 0 2 8 】

また、本発明にかかるエコー抑制システムは、到達時間検出部において、参照信号の振幅スペクトルとエコー信号の振幅スペクトルとの相関係数を算出し、相関係数が所定のしきい値よりも大きい場合に相当するサンプル数を到達時間として検出することが好ましい。相関度が高いということは、当該サンプル数だけ遅れた回り込み入力である可能性が高いからである。

【 0 0 2 9 】

また、本発明は、上記のようなエコー抑制システムの機能をコンピュータの処理ステップとして実行するソフトウェアを特徴とするものであり、具体的には、全二重通話システムに適用されるエコー抑制方法であって、参照信号とエコー信号に基づいて、一又は複数のエコー経路のエコー到達時間を検出する工程と、検出された到達時間の個数分の疑似エコー信号を計算する工程と、計算された疑似エコー信号を重ね合わせて全体の疑似エコー信号を求める工程と、全体の疑似エコー信号をエコー信号から減算する工程とを含むエコー抑制方法並びにそのような工程を具現化するコンピュータ実行可能なプログラムであることを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

かかる構成により、コンピュータ上へ当該プログラムをロードさせ実行することで、エコー経路ごとのエコー到達時間を検出し、当該エコー到達時間に応じた疑似エコー信号を生成することによって、異なるエコー経路が複数存在する場合であっても、おのこのエコー信号に対してエコー抑制を効果的に行うことができるエコー抑制システムを実現することが可能となる。

【 0 0 3 1 】

また、本発明は、上記のようなエコー抑制システムの機能をコンピュータの処理ステップとして実行するソフトウェアを特徴とするものであり、具体的には、

全二重通話システムに適用されるエコー抑制方法であって、参照信号とエコー信号に基づいて、所定の窓長分のFFT処理等の直交変換処理を行い、それぞれの振幅スペクトルと位相スペクトルを求める工程と、参照信号の振幅スペクトルとエコー信号の振幅スペクトルに基づいて、一又は複数のエコー経路のエコー到達時間を検出する工程と、検出された到達時間の個数分の疑似エコー信号の振幅スペクトルを計算する工程と、計算された疑似エコー信号の振幅スペクトルを重ね合わせて全体の疑似エコー信号の振幅スペクトルを求める工程と、全体の疑似エコー信号の振幅スペクトルをエコー信号の振幅スペクトルから減算してエコー抑制信号の振幅スペクトルを求める工程と、エコー抑制信号の振幅スペクトルと、エコー信号の位相スペクトルに基づいて逆直交変換処理を行い、その後オーバーラップ処理を行うことでエコー抑制信号を求める工程とを含むエコー抑制方法並びにそのような工程を具現化するコンピュータ実行可能なプログラムであることを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

かかる構成により、コンピュータ上へ当該プログラムをロードさせ実行することで、到達時間の変動に影響されない振幅スペクトルのみを用いてエコー抑制処理を行うことにより、環境条件の変動等によりエコー到達時間の変動する場合であっても、効果的にエコー抑制を行うことができるエコー抑制システムを実現することが可能となる。

【 0 0 3 3 】

【発明の実施の形態】

（実施の形態 1）

以下、本発明の実施の形態 1 にかかるエコー抑制システムについて、図面を参照しながら説明する。図 5 に本発明の実施の形態 1 にかかるエコー抑制システムにおけるエコーキャンセラ 15 の構成図を示す。

【 0 0 3 4 】

図 5 におけるエコーキャンセラ 15 の基本的な構成自体は、図 3 と同様であるが、説明を簡単にするために、FIR フィルタ (finite impulse response filter) 等で構成する音響特性フィルタ 31、係数更新器 32、減算器 33、ゲイン

調整器 35 を併せて、一つの疑似エコー計算フィルタ 51 として表示している。

【0035】

そして、本実施の形態 1 においては、当該疑似エコー計算フィルタ 51 が複数個用意されているとともに、エコーの到達時間を検出する到達時間検出部 52 と、検出された到達時間に応じた疑似エコー計算フィルタ 51 の段数を指定するフィルタ段数指定部 53 とが設けられている点に特徴を有する。

【0036】

すなわち、到達時間検出部 52 においてエコーの到達時間を各エコーごとに検出し、検出された到達時間ごとに対応するタップ数をフィルタ段数指定部 53 において指定する。具体的には疑似エコー計算フィルタ 51 におけるサンプル数を示している次数 n を指定することになる。そして、次数 n の異なるエコー経路分の多段疑似エコー計算フィルタ 51 を設けることによって、エコー経路が複数存在する場合においてもエコー抑制効果を得ることができる。

【0037】

到達時間検出部 52 におけるエコーの到達時間の検出方法としては、例えば参照信号 a_i と、エコー信号 b_i との相関係数 $corr_d$ を用いる方法が考えられる。すなわち、まず (数 1) に従って、参照信号 a_i とエコー信号 b_i との相関係数 $corr_d$ を求める。

【0038】

【数 1】

$$corr_d = \sum_{i=1}^{n/2-1} (a_i)_d b_i$$

【0039】

なお、(数 1) において、 d は現在のサンプルとの差を示しており、その上限値が d_{MAX} である自然数である。すなわち、(数 1) における相関係数 $corr_d$ は、現在のサンプルにおけるエコー信号 b_i と、 d サンプル過去のエコー信号 (a_i) $_d$ との相関係数を示しており、参照信号 a_i とエコー信号 b_i のサンプル差 d ごとに、サンプル差が d_{MAX} になるまで、それぞれのサンプル差 d に対応する相

関係数 $c o r r_d$ を求めることになる。また、 m は相関係数の計算に用いるサンプル数である。

【0040】

そして、到達時間検出部 52 において、相関係数 $c o r r_d$ が所定の値以上の大きさを有するサンプル差 d を検出する。すなわち、到達時間 d サンプル後に到達したエコー信号 b_i との相関度が高い場合にはエコー到達時間が d であると考えられることから、当該相関係数 $c o r r_d$ に対応する d_1 、 d_2 、 \dots 、 d_m (m は自然数) をエコー到達時間として求めることになる。かかる到達時間の個数 m が、エコー経路の数に相当し、その数だけ擬似エコー計算フィルタ 51 を用意することになる。

【0041】

そして、次数 n の異なるエコー経路分の多段擬似エコー計算フィルタ 51 から出力される各々の擬似エコー信号を加算器 54 で一つの信号にし、減算器 55 においてエコー信号 b_i から減算することによって、エコーの抑制されたエコー抑制信号 e_i を得ることが可能となる。

【0042】

ここで、エコー経路ごとの擬似エコー計算フィルタ 51 における係数更新例として、FIR フィルタ (finite impulse response filter) を用い、学習同定法に基づいて係数を更新する場合について説明する。

【0043】

FIR フィルタによる演算処理は (数 2) のように表わすことができる。

【0044】

【数 2】

$$c_i = \sum_{j=0}^{n-1} h_j a_{i-j}$$

【0045】

ここで、 (a_i) はマイクロフォン 11 からの参照信号、すなわち FIR フィルタへの入力信号である。 (c_i) は FIR フィルタの出力信号を示している。

添え字の (i) はサンプル番号を示す。(h_j) はフィルタ係数を示し、n は次数を表わしている。したがって、到達時間に応じてサンプル数、すなわち次数 n が異なる複数個の F I R フィルタが設定されることになる。

【0 0 4 6】

次に、フィルタ係数 (h_j) の更新は (数 3) のように表わされる。

【0 0 4 7】

【数 3】

$$h_j = h_j + \alpha e_i \frac{a_{i-j}}{\|a\|^2}$$

ここで、

$$e_i = b_i - c_i$$

$$\|a\|^2 = \sum_{j=0}^{n-1} a_{i-j}^2$$

【0 0 4 8】

ここで、α は一般的には定数であり、0. 0 < α < 1. 0 である。また、(b_i) は通話相手側システムからのエコー信号である。スピーカ 1 2 に渡される信号 e_i は (数 2) に示すように、e_i = b_i - c_i で求めることになる。

【0 0 4 9】

次に、本発明の実施の形態にかかるエコー抑制システムを実現するプログラムの処理の流れについて説明する。図 6 に本発明の実施の形態にかかるエコー抑制システムを実現するプログラムの処理の流れ図を示す。

【0 0 5 0】

図 6 において、まず参照信号 a_i に対するエコー信号 b_i を検出して (ステップ S 6 0 1)、参照信号とエコー信号との相関係数を、サンプル差 d が d_{MAX} になるまで (ステップ S 6 0 2)、サンプル差 d において算出する (ステップ S 6 0 3)。

【0 0 5 1】

次に、相関係数が所定の値以上の大きさを有する場合には（ステップ S 6 0 4 : Y e s）、信号間の相関度が高いと判断され、当該サンプル差 d をエコー到達時間として検出する（ステップ S 6 0 5）。これらの処理をサンプル差 d が $d_{MA\chi}$ になるまで繰り返し処理することになる。

【 0 0 5 2 】

次に、検出された到達時間に応じて、使用する疑似エコーフィルタの段数を、複数の次数 n を指定することによって確定する（ステップ S 6 0 6）。そして、各段における疑似エコー信号 $c_i(n)$ を計算することになる（ステップ S 6 0 7）。

【 0 0 5 3 】

最後に、計算された疑似エコーフィルタ各段における疑似エコー信号 $c_i(n)$ を重ね合わせてから（ステップ S 6 0 9）、エコー信号 b_i から減算することによって、エコー抑制信号 e_i を求めることになる（ステップ S 6 1 0）。

【 0 0 5 4 】

以上のように本実施の形態 1 によれば、エコー経路ごとのエコー到達時間を検出し、当該エコー到達時間に応じた疑似エコー信号を生成することによって、異なるエコー経路が複数存在する場合であっても、おのこのエコー信号に対してエコー抑制を効果的に行うことが可能となる。

【 0 0 5 5 】

（実施の形態 2）

次に、本発明の実施の形態 2 にかかるエコー抑制システムについて、図面を参照しながら説明する。図 7 は本発明の実施の形態 2 にかかるエコー抑制システムにおけるエコーキャンセラ 1 5 の構成図を示す。

【 0 0 5 6 】

図 7 におけるエコーキャンセラ 1 5 の基本的な構成自体は、図 3 と同様であるが、実施の形態 1 と同様に説明を簡単にするため、音響特性フィルタ 3 1、係数更新器 3 2、減算器 3 3、ゲイン調整器 3 5 を併せて、一つの疑似エコー計算フィルタ 7 7 として表示している。

【 0 0 5 7 】

本実施の形態2においては、実施の形態1とは異なり、参照信号 a_i に対するエコー信号 b_i にFFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) 処理を施すことにより振幅スペクトルを求め、当該振幅スペクトルに対してエコー抑制処理を行うことによって、到達時間のゆらぎにより影響を受けやすい位相スペクトルを用いることなくエコー抑制信号 e_i を求める点に特徴を有している。

【0058】

まず窓掛処理部71において、ハミング窓あるいはハニング窓を用いて、例えば50%のオーバーラップを行いつつ参照信号 a_i からFFTの窓長分に相当する1サンプル分の信号を抽出する。本実施の形態2においては、FFT処理を1サンプル単位で行うものとする。また、窓長のサンプル数は一般に2のべき乗であるが、本実施の形態2においてはサンプル数を n とする。

【0059】

例えば、参照信号 a_i にハニング窓 win_i を乗ずることによって、FFTの窓長分の信号 a'_i を抽出する場合には、(数4) のような処理となる。

【0060】

【数4】

$$a'_i = a_i \cdot win_i$$

【0061】

なお、(数4) において、 i は1から n までの自然数を意味している。また、ハニング窓 win_i は、(数5) に従って計算することになる。

【0062】

【数5】

$$win_i = \frac{1}{2} \left(1 - \cos \left(\frac{2\pi}{n} i \right) \right)$$

【0063】

参照信号 a_i に対する上述したような窓掛け処理を、エコー信号 b_i についても窓掛処理部73において、同様に行うことになる。

【 0 0 6 4 】

次に、FFT処理部72においては、抽出した参照信号 a'_i について窓長 n のFFT処理を行い、窓長分の参照信号 a'_i についての振幅スペクトルと位相スペクトルを計算することになる。

【 0 0 6 5 】

具体的には、抽出された窓長分の参照信号 a'_i のFFT処理の結果である複素数 $A_f (= A_{r_f} + j A_{j_f})$ を(数6)に従って計算し、周波数領域における信号 A_f の大きさである振幅スペクトル amp_a_f を求めることになる。

【 0 0 6 6 】

【数6】

$$amp_a_f = \sqrt{A_{r_f}^2 + A_{j_f}^2}$$

【 0 0 6 7 】

なお、(数6)において、 f は周波数領域のサンプル番号を示しており、 n をサンプリング周波数とすると、1から $n/2 - 1$ までの自然数となる。また、 A_f は複素数であり、実軸成分 A_{r_f} と虚軸成分 A_{j_f} とで構成されていることから、信号 A_f の大きさである振幅スペクトル amp_a_f は(数6)のように求めることになる。

【 0 0 6 8 】

参照信号 a_i に対する上述したようなFFT処理を、エコー信号 b_i についてもFFT処理部74において同様に行い、エコー信号 b_i の振幅スペクトルである amp_b_f を求めることになる。

【 0 0 6 9 】

次に、参照信号 a_i の振幅スペクトル amp_a_f と、エコー信号 b_i の振幅スペクトル amp_b_f との相関係数 $corr_d$ を、(数7)に従って求める。

【 0 0 7 0 】

【数 7】

$$corr_d = \sum_{f=1}^{n/2-1} (amp_a_f)_d amp_b_f$$

【0 0 7 1】

なお、(数 7)において、 d は現在のサンプルとの差を示しており、その上限値が d_{MAX} である自然数である。すなわち、(数 7)における相関係数 $corr_d$ は、現在のサンプルにおける振幅スペクトル amp_b_f と、 d サンプル過去の振幅スペクトル $(amp_a_f)_d$ との相関係数を示しており、参照信号 a_i とエコー信号 b_i の、サンプル差が d_{MAX} になるまで、サンプル差 d に対応する相関係数 $corr_d$ を求めることになる。

【0 0 7 2】

そして、到達時間検出部 7 5 において、相関係数 $corr_d$ が所定の値以上の大きさを有するサンプル差 d を検出する。すなわち、到達時間 d サンプル後に到達したエコー信号 b_i の振幅スペクトル amp_b_f との相関度が高い場合にはエコー到達時間が d であると考えられることから、当該相関係数 $corr_d$ に対応する d_1 、 d_2 、 \dots 、 d_m (m は自然数)をエコー到達時間として求めることになる。かかる到達時間の個数 m が、エコー経路の数に相当し、その数だけ擬似エコー計算フィルタ 7 7 を用意することになる。また、エコー到達時間吸収部 7 6 において、エコー到達時間 d_1 、 d_2 、 \dots 、 d_m (m は自然数)のそれぞれに対応する遅延処理を、参照信号 a_i の振幅スペクトル amp_a_f に対して行う。

【0 0 7 3】

次に、擬似エコー計算フィルタ 7 7 では、 m 個の到達時間に対応するエコー信号 b_i の振幅スペクトル amp_b_f のそれぞれに対して、擬似エコーの振幅スペクトルを求めることになる。

【0 0 7 4】

ここで、本実施の形態 2 においては、FFT 処理を行って振幅スペクトルを求めていることから、回り込み音声以外の外部入力の影響により相関係数の演算が

収束しない場合も考えうる。

【0075】

例えば、図8に示すように参照信号 a_i の振幅スペクトル amp_a_f 82 と、エコー信号 b_i の振幅スペクトル amp_b_f 83 とが与えられている場合に、外部信号 $speech$ がエコー信号 b_i の振幅スペクトル 83 に加わると、参照信号 a_i の振幅スペクトル 82 との相関が失われた信号 $amp_b_f + speech$ 84 が生成されてしまう。かかる弊害が生じる状態を一般にダブルトーク状態と呼んでいる。

【0076】

そこで、本実施の形態2では、かかるダブルトーク状態の影響を低減するために、(数8)を用いることで、ゲイン $(gf)_{dk}$ を求めている。ここで k は1から m までの自然数であり、エコー信号の番号を示している。また、 $(gf)'_{dk}$ は更新前のゲインを、 β は更新係数 ($0.0 \leq \beta \leq 1.0$) を示している。

【0077】

【数8】

$$(gf)_{dk} = \beta (gf)'_{dk} + (1 - \beta) \frac{amp_b_f (amp_a_f)_{dk}}{(amp_a_f)_{dk}^2}$$

【0078】

(数8)に示すように、参照信号 a_i の振幅スペクトル amp_a_f に対するゲインを算出することにより、振幅スペクトル amp_b_f に外部信号 $speech$ が含まれていても、振幅スペクトル amp_a_f との相関の計算によって、その影響は0(ゼロ)に近づくことから、外部信号 $speech$ による影響を効果的に低減することができるようになる。

【0079】

そして、外部信号 $speech$ による影響を低減した上で求めたゲイン $(gf)_{dk}$ を用いながら、(数9)に示すように、各エコー信号 b_i に対応する擬似エコーの振幅スペクトルを計算することになる。なお、(数9)において、 f は1から $n/2 - 1$ の自然数である。

【0080】

【数9】

$$(amp_c_f)_{dk} = (gf)_{dk} (amp_a_f)_{dk}$$

【0081】

そして、加算器78において、(数9)で計算した各エコー信号 b_i に対応する擬似エコーの振幅スペクトル $(amp_c_f)_{dk}$ を重ね合わせることによって、全体の擬似エコーの振幅スペクトル amp_c_f を計算する。

【0082】

次に、減算器79において、(数10)に示すように、エコー信号 b_i の振幅スペクトル amp_b_f から、求められた擬似エコーの振幅スペクトル amp_c_f を減算することによって、エコー抑制後のエコー信号 b_i の振幅スペクトル amp_e_f を求める。

【0083】

【数10】

$$amp_e_f = amp_b_f - amp_c_f$$

【0084】

最後に、エコー抑制後のエコー信号 b_i の振幅スペクトル amp_e_f と、FFT処理部74で計算されたエコー信号 b_i の位相スペクトルとを用いて、いわゆる逆FFT処理(IFFT: Inverse FFT)をIFFT処理部80で行い、オーバーラップ加算処理部81で、窓掛処理部71及び73におけるオーバーラップ率と同じオーバーラップ率でオーバーラップ加算を行うことによって、エコー抑制結果を得ることができる。

【0085】

次に、本発明の実施の形態2にかかるエコー抑制システムを実現するプログラムの処理の流れについて説明する。図9に本発明の実施の形態2にかかるエコー抑制システムを実現するプログラムの処理の流れ図を示す。

【0086】

図9において、まずハミング窓あるいはハニング窓を用いて窓掛処理を行い（ステップS901）、参照信号 a_i からFFTの窓長分に相当する信号を抽出する。エコー信号 b_i についても同様の窓掛処理を行う。

【0087】

次に、抽出された参照信号あるいはエコー信号について窓長分のFFT処理を行い（ステップS902）、窓長分の参照信号あるいはエコー信号についての振幅スペクトルと位相スペクトルを計算する。

【0088】

そして、参照信号の振幅スペクトルと、エコー信号の振幅スペクトルとの相関係数を、サンプル差 d が d_{MAX} になるまで（ステップS903）、サンプル差 d において算出する（ステップS904）。

【0089】

次に、相関係数が所定の値以上の大きさを有する場合には（ステップS905：Yes）、振幅スペクトル間の相関度が高いと判断され、当該サンプル差 d をエコー到達時間として検出する（ステップS906）。これらの処理をサンプル差 d が d_{MAX} になるまで繰り返し処理することになる。

【0090】

そして、検出されたエコー到達時間に対して、疑似エコーの振幅スペクトルをそれぞれ計算してから（ステップS907）、疑似エコーの振幅スペクトルの重ね合わせ処理を行い（ステップS908）。疑似エコーの全体の振幅スペクトルを求めることになる。

【0091】

次に、求まった疑似エコーの全体の振幅スペクトルを、エコー信号の振幅スペクトルから減算することによって、エコー抑制後のエコー信号の振幅スペクトルを算出する（ステップS909）。最後に、エコー抑制後のエコー信号の振幅スペクトルと、FFT処理によって求められているエコー信号の位相スペクトルとを用いて、いわゆる逆FFT処理を行い、窓掛処理におけるオーバーラップ率と同じオーバーラップ率でオーバーラップ加算を行うことによって、エコー抑制信号を求めることになる（ステップS910）。

【 0 0 9 2 】

以上のように本実施の形態 2 によれば、到達時間の変動の影響の小さい振幅スペクトルのみを用いてエコー抑制処理を行うことにより、環境条件の変動等によりエコー到達時間が変動する場合であっても、効果的にエコー抑制を行うことが可能となる。

【 0 0 9 3 】

なお、本発明の実施の形態にかかるエコー抑制システムを実現するプログラムは、通信プログラムの一部として、図 1 0 に示すように、CD-ROM 1 0 2 - 1 やフレキシブルディスク 1 0 2 - 2 等の可搬型記録媒体 1 0 2 だけでなく、通信回線の先に備えられた他の記憶装置 1 0 1 や、コンピュータ 1 0 3 のハードディスクや RAM 等の記録媒体 1 0 4 のいずれに記憶されるものであっても良く、プログラム実行時には、プログラムはローディングされ、主メモリ上で実行される。

【 0 0 9 4 】

また、本発明の実施の形態にかかるエコー抑制システムにより計算された振幅スペクトル等についても、図 1 0 に示すように、CD-ROM 1 0 2 - 1 やフレキシブルディスク 1 0 2 - 2 等の可搬型記録媒体 1 0 2 だけでなく、通信回線の先に備えられた他の記憶装置 1 0 1 や、コンピュータ 1 0 3 のハードディスクや RAM 等の記録媒体 1 0 4 のいずれに記憶されるものであっても良く、例えば本発明にかかるエコー抑制システムを含む通信システムを利用する際にコンピュータ 1 0 3 により読み取られる。

【 0 0 9 5 】

【発明の効果】

以上のように本発明にかかるエコー抑制システムによれば、エコー経路ごとのエコー到達時間を検出し、当該エコー到達時間に応じた疑似エコー信号を生成することによって、異なるエコー経路が複数存在する場合であっても、おのこのエコー信号に対してエコー抑制を効果的に行うことが可能となる。

【 0 0 9 6 】

また、本発明にかかるエコー抑制システムによれば、到達時間の変動の影響の

小さい振幅スペクトルのみを用いてエコー抑制処理を行うことにより、環境条件の変動等によりエコー到達時間が変動する場合であっても、効果的にエコー抑制を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 一般的な全二重通信システムの概略構成図

【図 2】 従来のエコー抑制システムの構成図

【図 3】 従来のエコー抑制システムにおけるエコーキャンセラのモジュール構成図

【図 4】 従来のエコー抑制システムにおけるエコー経路の説明図

【図 5】 本発明の実施の形態 1 にかかるエコー抑制システムにおけるエコーキャンセラの構成図

【図 6】 本発明の実施の形態 1 にかかるエコー抑制システムを実現するプログラムにおける処理の流れ図

【図 7】 本発明の実施の形態 2 にかかるエコー抑制システムにおけるエコーキャンセラの構成図

【図 8】 ダブルトーク状態の説明図

【図 9】 本発明の実施の形態 2 にかかるエコー抑制システムを実現するプログラムにおける処理の流れ図

【図 10】 コンピュータ環境の例示図

【符号の説明】

1、2、3 エコー経路

10 話者

11、21 マイクロフォン

12、22 スピーカ

13、23 V o I Pアプリケーション

14、24 端末装置

15 エコーキャンセラ

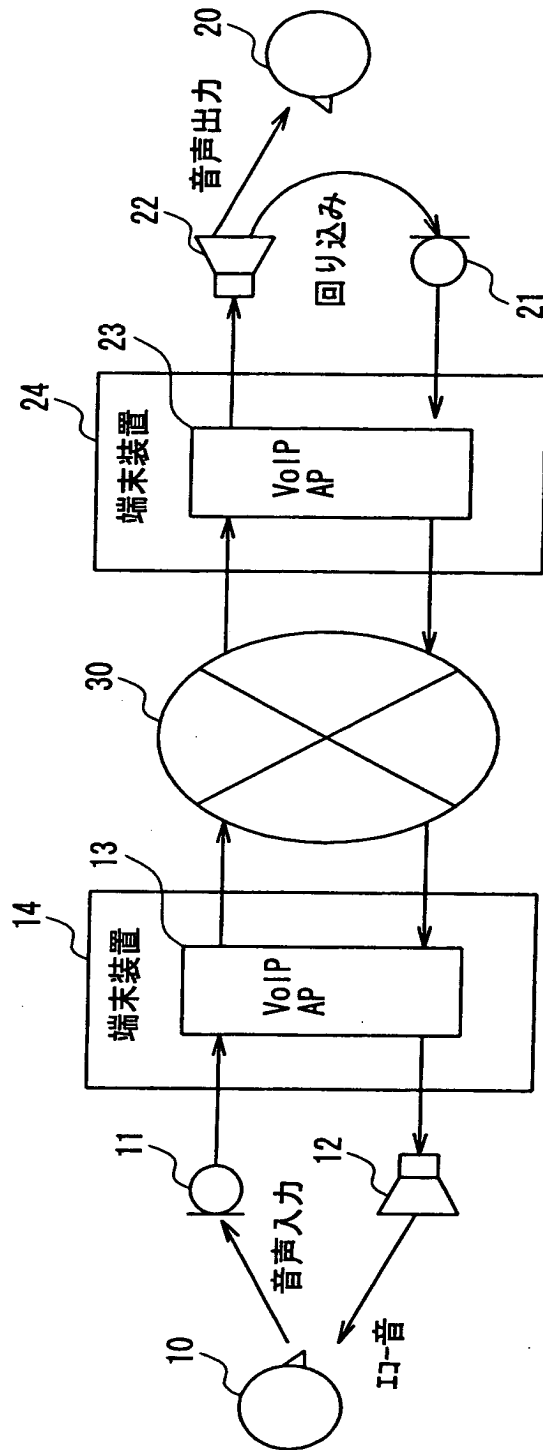
20 通話相手

30 インターネット

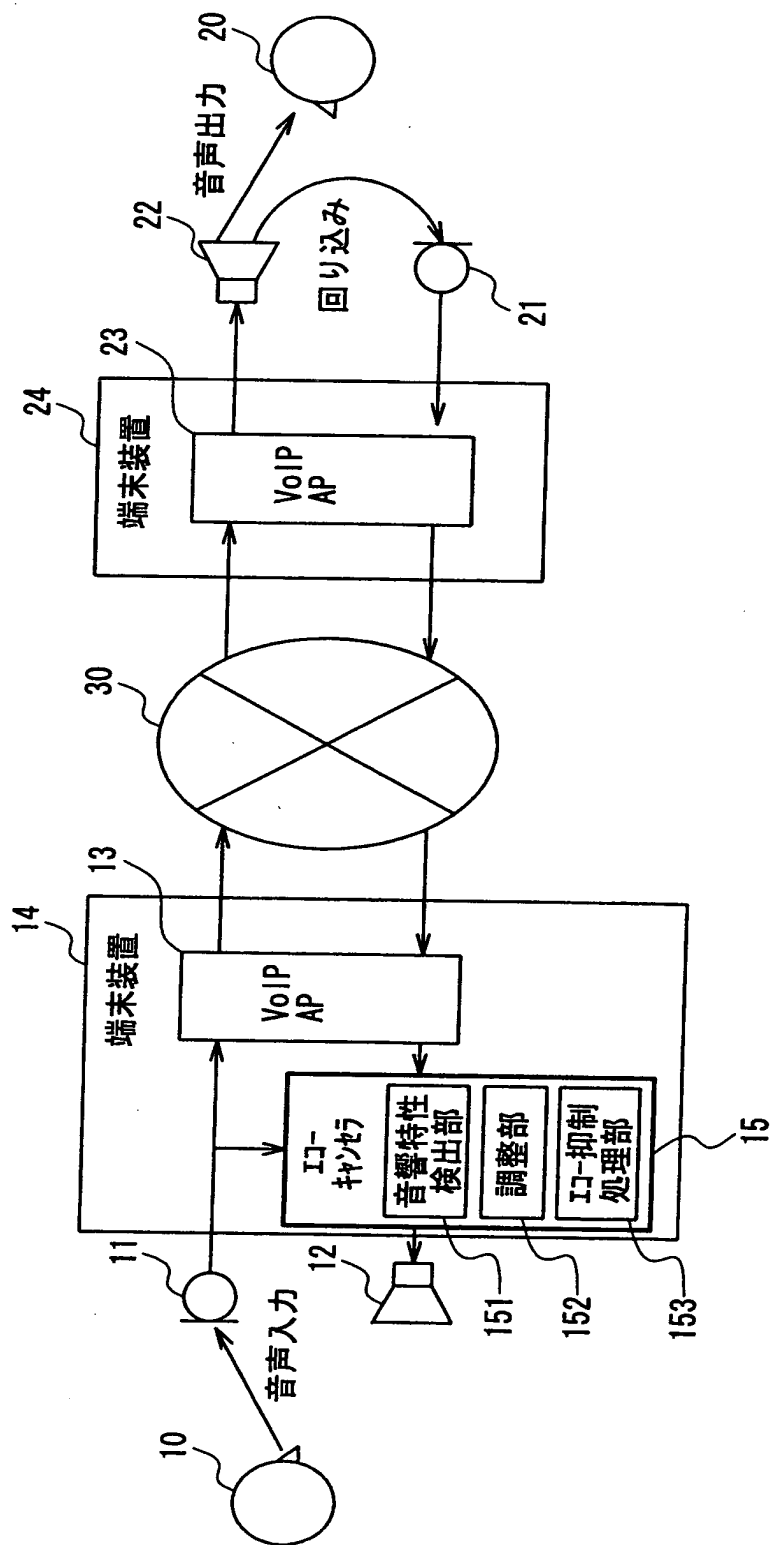
- 3 1 音響特性フィルタ
- 3 2 係数更新器
- 3 3、3 4、5 5、7 9 減算器
- 3 5 ゲイン調整器
- 5 1、7 7 疑似エコー計算フィルタ
- 5 2、7 5 到達時間検出部
- 5 3 フィルタ段数指定部
- 5 4、7 8 加算器
- 7 1、7 3 窓掛処理部
- 7 2、7 4 F F T 処理部
- 7 6 エコー到達時間吸収部
- 8 0 I F F T 処理部
- 8 1 オーバーラップ加算処理部
- 8 2 参照信号 a_i の振幅スペクトル
- 8 3 エコー信号 b_i の振幅スペクトル
- 8 4 8 2 との相関が失われた信号
- 1 0 1 回線先の記憶装置
- 1 0 2 C D - R O M やフレキシブルディスク等の可搬型記録媒体
- 1 0 2 - 1 C D - R O M
- 1 0 2 - 2 フレキシブルディスク
- 1 0 3 コンピュータ
- 1 0 4 コンピュータ上の R A M / ハードディスク等の記録媒体
- 1 5 1 音響特性検出部
- 1 5 2 調整部
- 1 5 3 エコー抑制処理部

【書類名】 図面

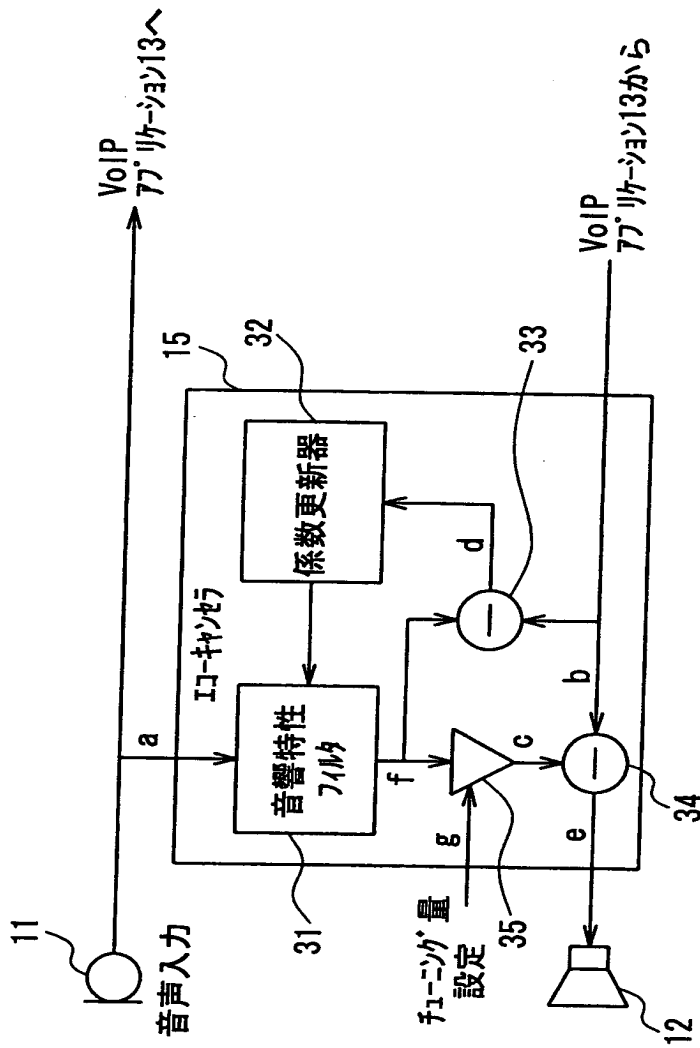
【図 1】



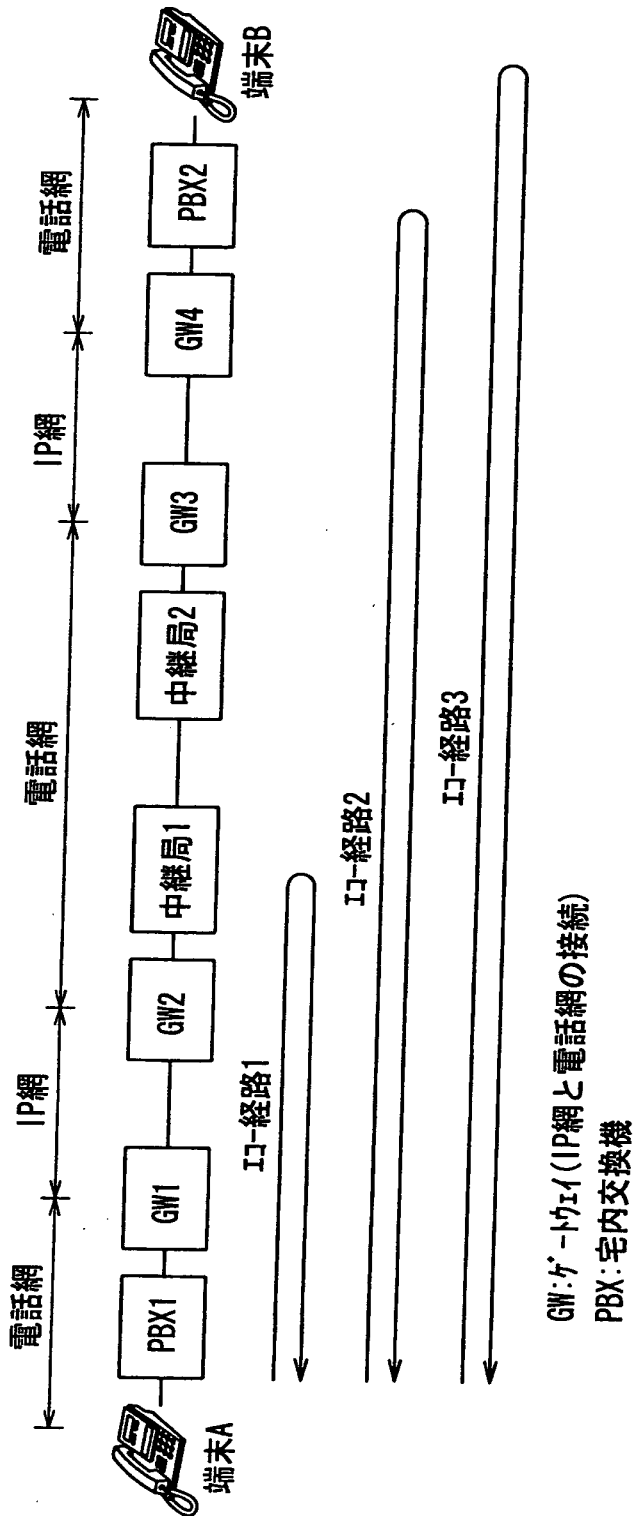
【図 2】



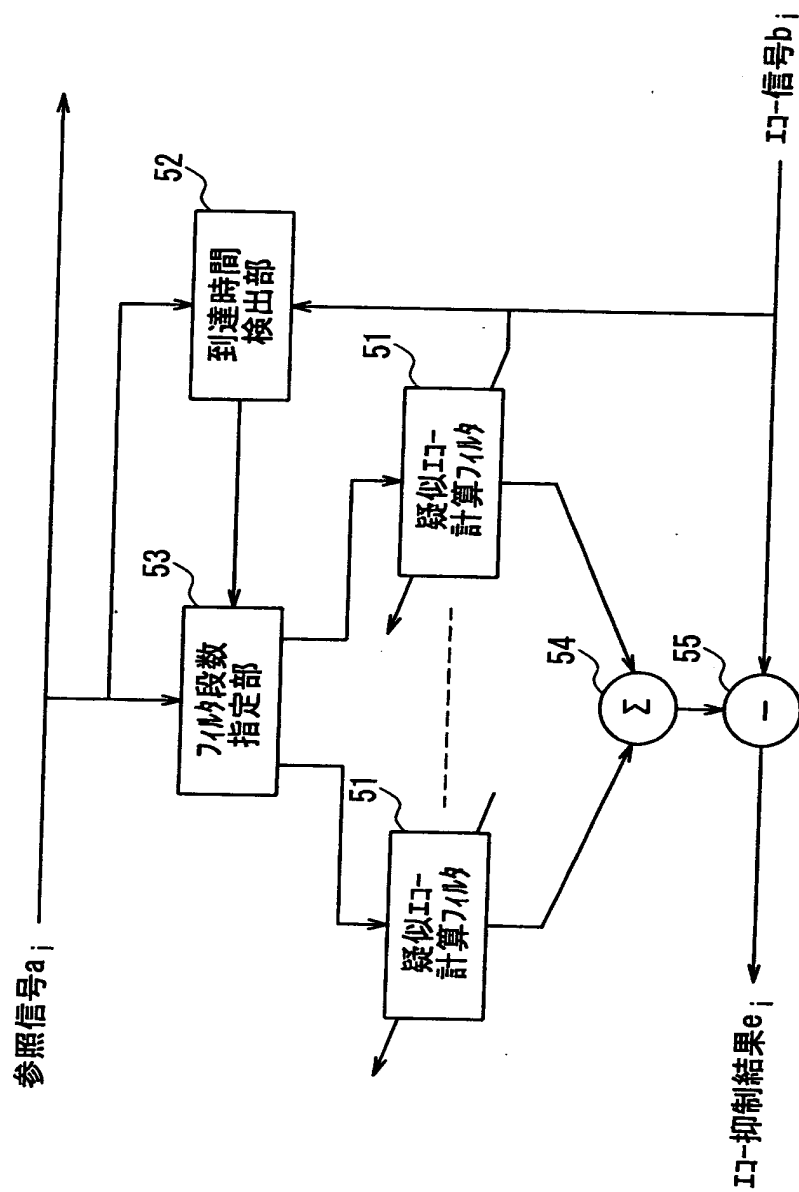
【図 3】



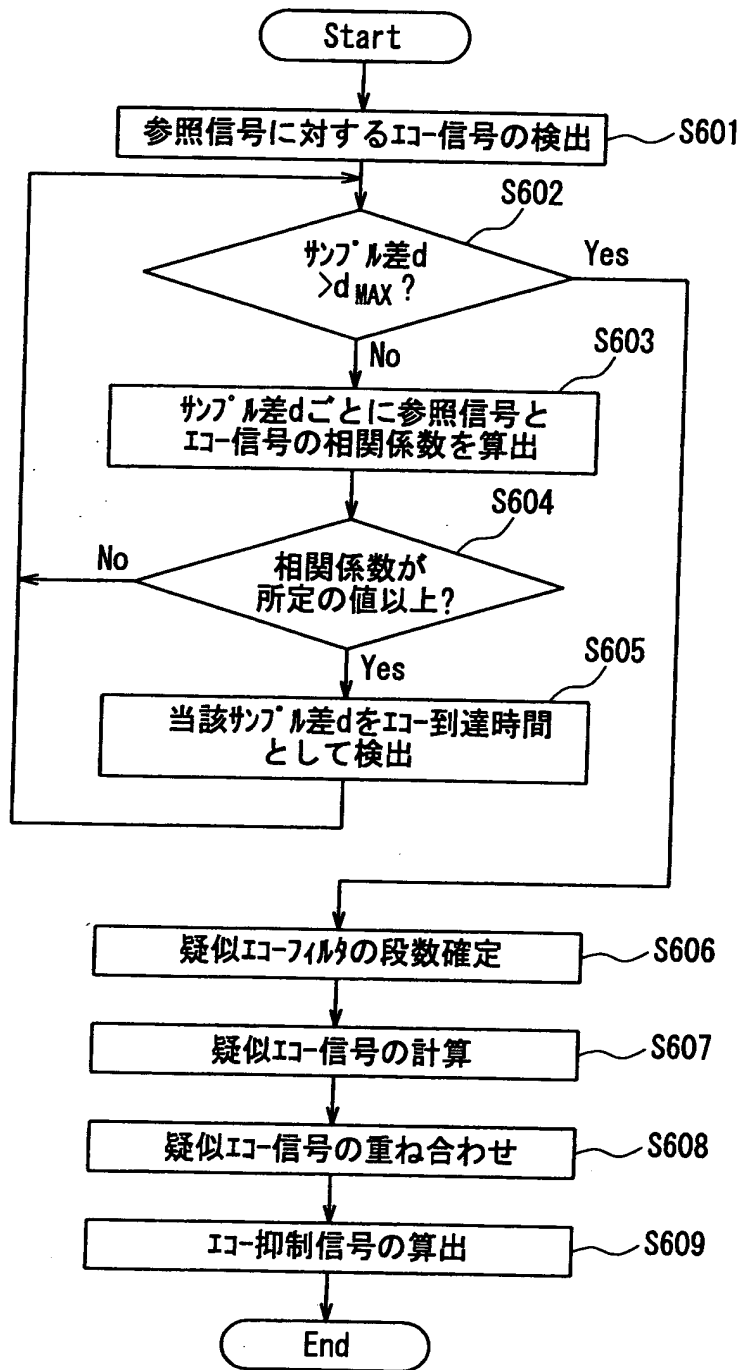
【図 4】



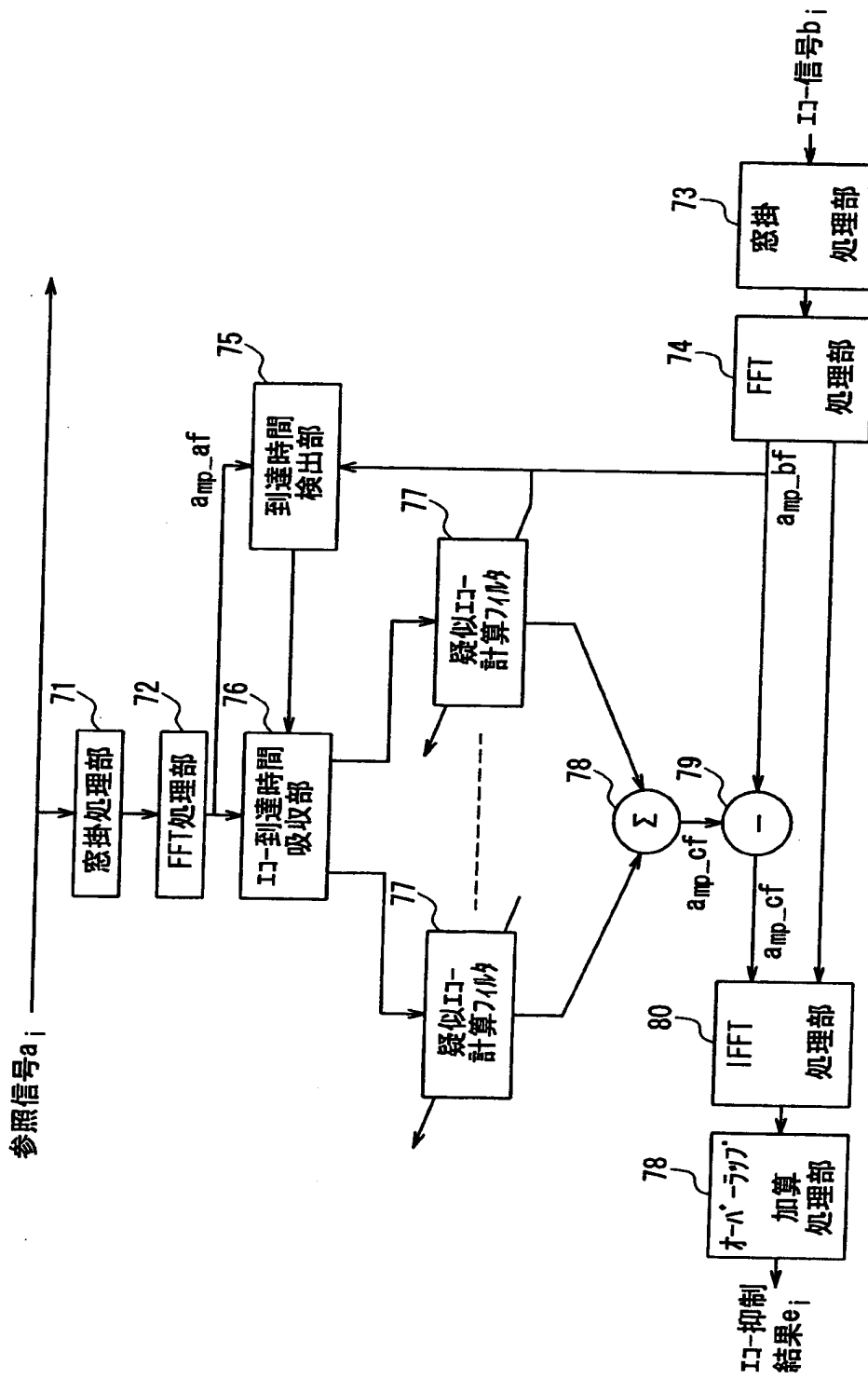
【図5】



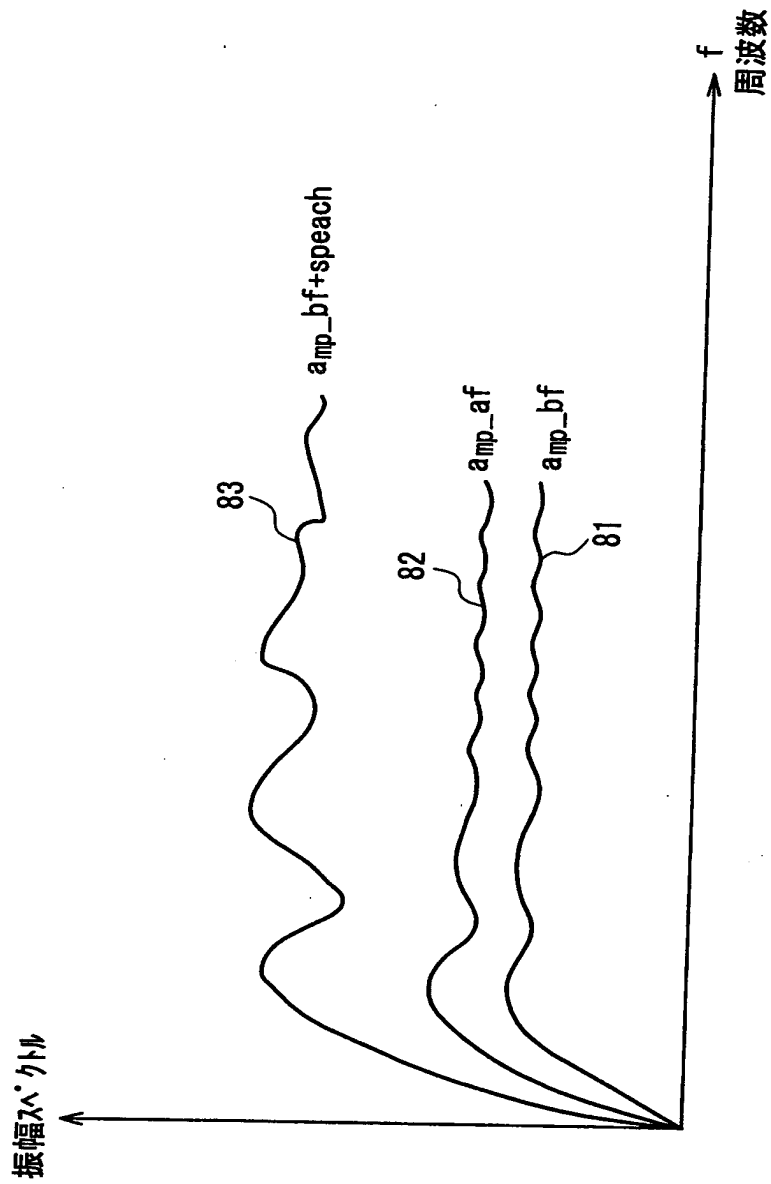
【図 6】



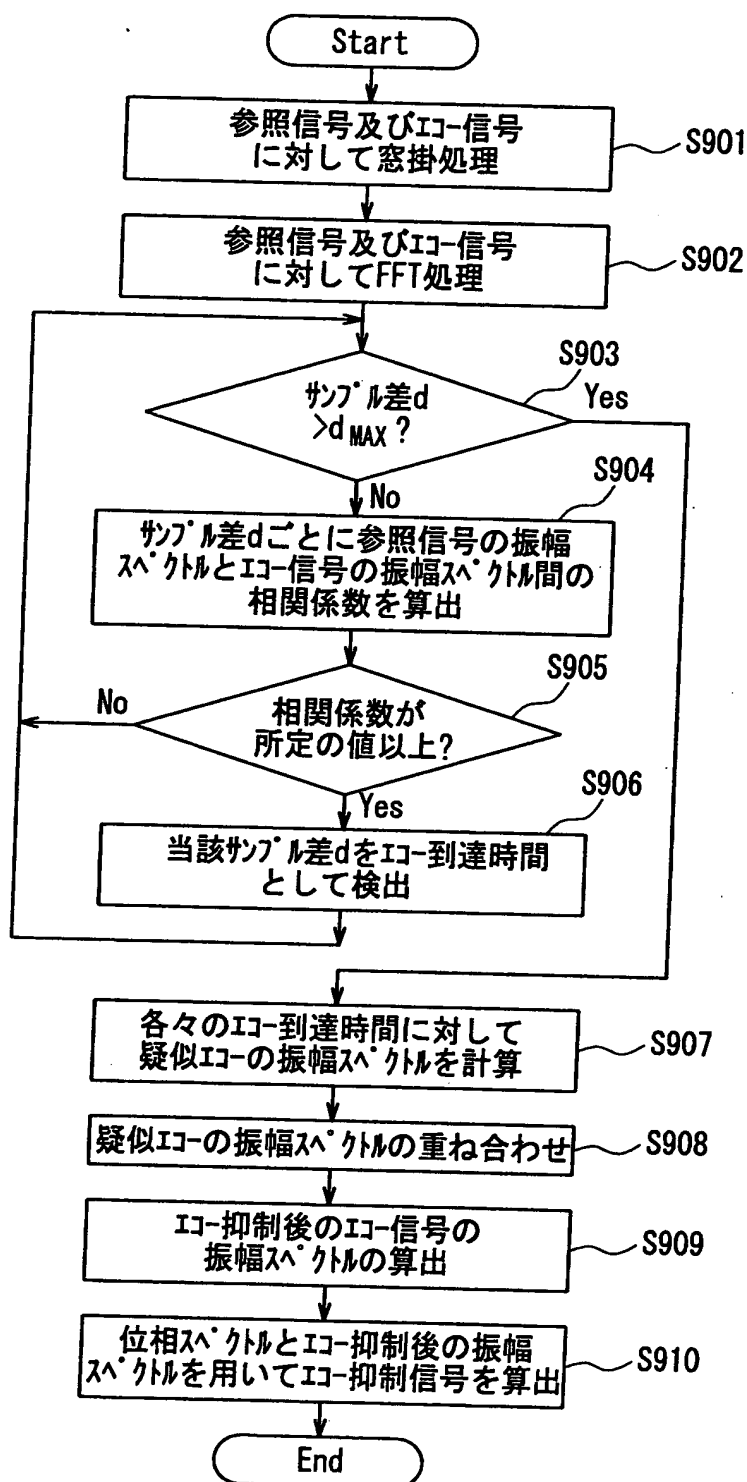
【図 7】



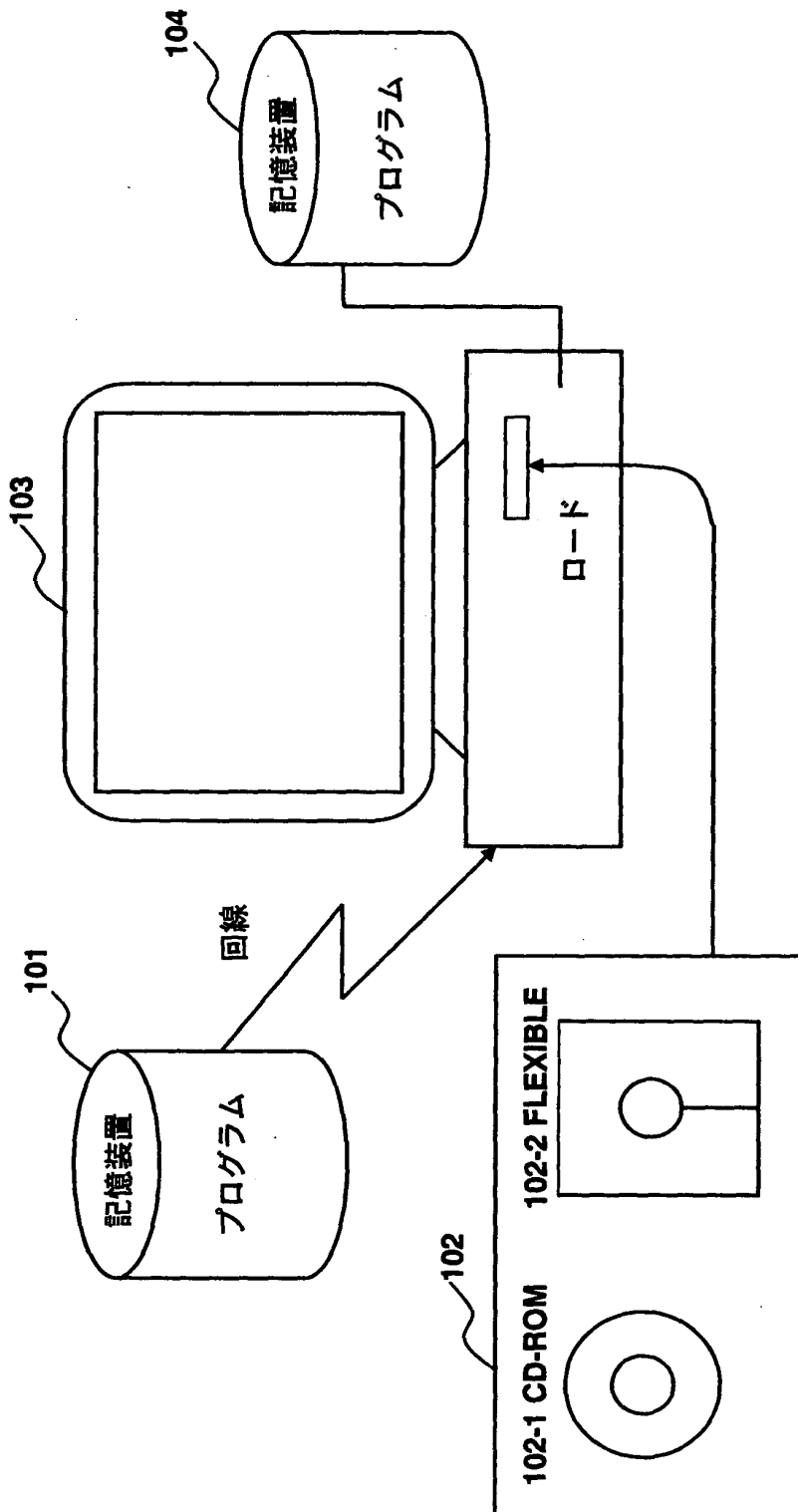
【図 8】



【図 9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エコー経路が複数の場合にも対応でき、かつエコー到達時間の変動にも対応可能なエコー抑制システム及び方法を提供する。

【解決手段】 全二重通話システムに適用されるエコー抑制方法であって、参照信号とエコー信号に基づいて、一又は複数のエコー経路のエコー到達時間を検出し、検出された到達時間の個数分の疑似エコー信号を計算し、計算された疑似エコー信号を重ね合わせて全体の疑似エコー信号を求め、全体の疑似エコー信号をエコー信号から減算する。参照信号とエコー信号に F F T 処理を行い、振幅スペクトルのみを用いて同様のエコー抑制処理を行う。

【選択図】 図 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社